

## Profesjonalny system wspomagający projektowanie układów elektronicznych

Zapraszamy do lektury ostatniej już części artykułu o systemie ORCAD. Mamy nadzieję, że cykl artykułów pozwolił naszym Czytelnikom wyrobić sobie własny pogląd na temat prezentowanego oprogramowania. Ułatwił także pierwszy kontakt z tym produktem. Kontynuujemy prezentację edytora PCB. Podobnie jak w dwóch poprzednich częściach, opiszemy kolejne czynności prowadzące do otrzymania pełnej dokumentacji projektu obwodu drukowanego.

# ORCAD



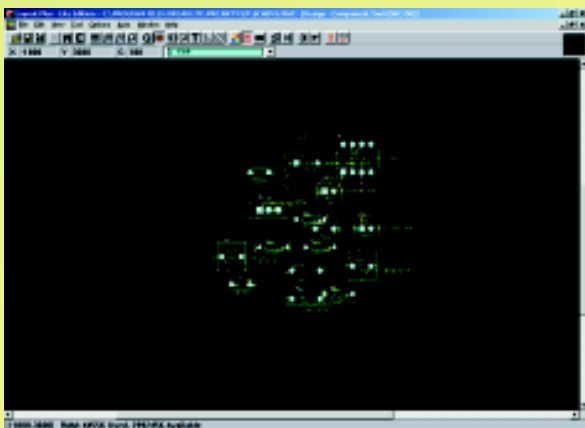
## Edytor płytek drukowanych, część 3

Po ustawieniu parametrów i właściwości projektowanej płytki, możemy rozpocząć rozmieszczanie elementów. Edytor LAYOUT umożliwia rozmieszczanie ręczne lub automatyczne przy wykorzystaniu funkcji *autoplacement*. Niezależnie od tego, czy stosować będziemy funkcję *autoplacement*, czy też poszczególne komponenty układu będziemy ręcznie, w LAYOUT mamy do dyspozycji kilka funkcji wspomagających ten etap projektowania. W przypadku stosowania trybu *auto*

w pierwszym kroku należy wybrać strategię rozmieszczenia elementów, definiowaną w odpowiednim pliku z opisem strategii (*strategy file*). Edytor LAYOUT zawiera w bibliotekach kilka plików strategii determinujących działanie funkcji automatycznego rozmieszczania komponentów w zależności od różnych parametrów. Opis wszystkich dostępnych plików tego typu dostarczany jest w dokumentacji edytora LAYOUT. Wybór pliku strategii dokonywany jest za pomocą polecenia LOAD dostępnego z poziomu MENU>FILE. Wygląd okna programu po wczytaniu przykładowej listy połączeń pokazano na rys. 16.

Układanie elementów na płytce może być realizowane na różne sposoby. Możemy mianowicie wybrać polecenie *autoplacement* w odniesieniu do wszystkich elementów projektu, rozmieścić elementy ręcznie wykorzystując możliwość ich grupowania lub ułożyć je indywidualnie.

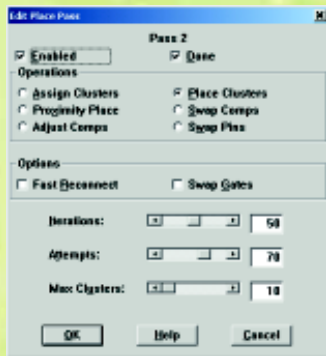
Pierwszy sposób może być stosowany do szerokiej gamy różnych projektów, niezależnie od stopnia ich skomplikowania, i jest całkowicie automatyczny. W tym przypadku edytor sam troszczy się o poprawne rozmieszczenie komponentów, uwzględniając przy tym gęstość połączeń, z jaką będzie musiał poradzić sobie autorouter. Alternatywną metodą projektowania jest samodzielne połączenie wybranych komponentów w grupy. Część lub całość pracy wykonujemy wówczas ręcznie. Grupowanie dowolnej liczby elementów - reprezentujących specyficzną część układu elektronicznego, np. obwód zasilający - gwarantuje nie tylko minimalizację długości połączeń, ale pozwala również na ułożenie powiązanych funkcjonalnie komponentów w tym samym



Rys. 16.

Net	Component	Value	Location
Net1	U1	74LS125	U1
Net2	U2	74LS125	U2
Net3	U3	74LS125	U3
Net4	U4	74LS125	U4
Net5	U5	74LS125	U5
Net6	U6	74LS125	U6
Net7	U7	74LS125	U7
Net8	U8	74LS125	U8
Net9	U9	74LS125	U9
Net10	U10	74LS125	U10
Net11	U11	74LS125	U11
Net12	U12	74LS125	U12
Net13	U13	74LS125	U13
Net14	U14	74LS125	U14
Net15	U15	74LS125	U15
Net16	U16	74LS125	U16
Net17	U17	74LS125	U17
Net18	U18	74LS125	U18
Net19	U19	74LS125	U19
Net20	U20	74LS125	U20
Net21	U21	74LS125	U21
Net22	U22	74LS125	U22
Net23	U23	74LS125	U23
Net24	U24	74LS125	U24
Net25	U25	74LS125	U25
Net26	U26	74LS125	U26
Net27	U27	74LS125	U27
Net28	U28	74LS125	U28
Net29	U29	74LS125	U29
Net30	U30	74LS125	U30
Net31	U31	74LS125	U31
Net32	U32	74LS125	U32
Net33	U33	74LS125	U33
Net34	U34	74LS125	U34
Net35	U35	74LS125	U35
Net36	U36	74LS125	U36
Net37	U37	74LS125	U37
Net38	U38	74LS125	U38
Net39	U39	74LS125	U39
Net40	U40	74LS125	U40
Net41	U41	74LS125	U41
Net42	U42	74LS125	U42
Net43	U43	74LS125	U43
Net44	U44	74LS125	U44
Net45	U45	74LS125	U45
Net46	U46	74LS125	U46
Net47	U47	74LS125	U47
Net48	U48	74LS125	U48
Net49	U49	74LS125	U49
Net50	U50	74LS125	U50
Net51	U51	74LS125	U51
Net52	U52	74LS125	U52
Net53	U53	74LS125	U53
Net54	U54	74LS125	U54
Net55	U55	74LS125	U55
Net56	U56	74LS125	U56
Net57	U57	74LS125	U57
Net58	U58	74LS125	U58
Net59	U59	74LS125	U59
Net60	U60	74LS125	U60
Net61	U61	74LS125	U61
Net62	U62	74LS125	U62
Net63	U63	74LS125	U63
Net64	U64	74LS125	U64
Net65	U65	74LS125	U65
Net66	U66	74LS125	U66
Net67	U67	74LS125	U67
Net68	U68	74LS125	U68
Net69	U69	74LS125	U69
Net70	U70	74LS125	U70
Net71	U71	74LS125	U71
Net72	U72	74LS125	U72
Net73	U73	74LS125	U73
Net74	U74	74LS125	U74
Net75	U75	74LS125	U75
Net76	U76	74LS125	U76
Net77	U77	74LS125	U77
Net78	U78	74LS125	U78
Net79	U79	74LS125	U79
Net80	U80	74LS125	U80
Net81	U81	74LS125	U81
Net82	U82	74LS125	U82
Net83	U83	74LS125	U83
Net84	U84	74LS125	U84
Net85	U85	74LS125	U85
Net86	U86	74LS125	U86
Net87	U87	74LS125	U87
Net88	U88	74LS125	U88
Net89	U89	74LS125	U89
Net90	U90	74LS125	U90
Net91	U91	74LS125	U91
Net92	U92	74LS125	U92
Net93	U93	74LS125	U93
Net94	U94	74LS125	U94
Net95	U95	74LS125	U95
Net96	U96	74LS125	U96
Net97	U97	74LS125	U97
Net98	U98	74LS125	U98
Net99	U99	74LS125	U99
Net100	U100	74LS125	U100

Rys. 17.



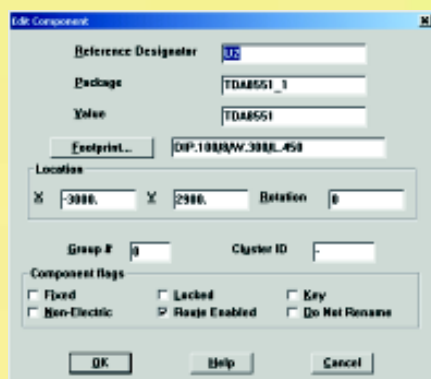
Rys. 18.

obszarze płytki. W przypadku projektowania płytki z zastosowaniem grupowania elementów możemy wspomagać się funkcją *autoplacement*.

Trzecim sposobem rozmieszczania elementów jest tzw. *individual component placement*. Położenie dowolnego elementu możemy w tym przypadku określić samodzielnie, przy czym ewentualne wsparcie funkcji *autoplacement* polega na automatycznym przesuwaniu komponentów znajdujących się już na płytce, gdy aktualnie nanoszony element powoduje z nimi kolizję.

Uruchomienie funkcji *autoplacement* w odniesieniu do wszystkich komponentów danego projektu jest bardzo proste. W tym celu wystarczy kliknąć na poleceniu BOARD znajdującym się w MENU>AUTO>PLACE. Działanie tej funkcji jest realizowane w pięciu fazach głównych, które powtarzane są określoną liczbę razy, a każde powtórzenie może przy tym zawierać kilka prób. Główne fazy realizacji funkcji to:

- Faza 0 - PROXIMITY PLACE - analiza powiązań elementów z uwzględnieniem występujących pomiędzy nimi połączeń elektrycznych.
- Faza 1 - ASSIGN CLUSTERS - połączenie elementów powiązanych elektrycznie w grupy, tzw. *clusters*. Proces ten nie dotyczy komponentów zgrupowanych przez użytkownika oraz umocowanych (pojęcie to omówimy za chwilę).
- Faza 2 - PLACE CLUSTERS - analiza połączeń elektrycznych między po-



Rys. 19.

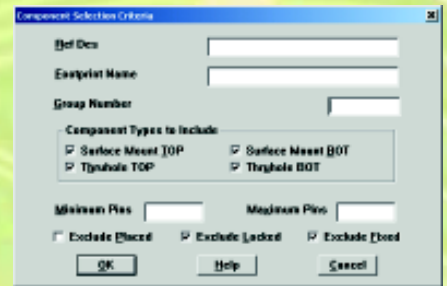
szczególnymi (wyznaczonymi wcześniej) grupami elementów oraz pomiędzy grupami elementów, a elementami umocowanymi.

- Faza 3 - PROXIMITY PLACE - rozmieszczenie elementów na płytce przeprowadzone na podstawie analiz wykonanych w poprzednich fazach.
- Faza 4 - SWAP COMPS - zamiana miejscami elementów sąsiadujących ze sobą i sprawdzenie czy można wówczas zredukować długości połączeń i liczbę skrzyżowań wytyczanych ścieżek.
- Faza 5 - ADJUST COMPS - sprawdzenie i ewentualna korekta położenia elementów nachodzących na siebie.

Poza opisanymi powyżej, w LAYOUT dostępne są jeszcze inne fazy działania funkcji *autoplacement*. Ich aktywacja oraz zmiana parametrów działania poszczególnych faz realizowana jest poprzez okno PLACE PASS (rys. 17), które uruchamiamy poleceniem PLACE-MENT STRATEGY z poziomu MENU>OPTIONS. Edycja właściwości związanych z poszczególnymi fazami jest możliwa po dwukrotnym kliknięciu lewym klawiszem myszki na wybranej komórce okna PLACE PASS. Wykonanie tej operacji powoduje bowiem uruchomienie okna EDIT PLACE PASS (rys. 18), pozwalającego modyfikować parametry realizacji opisanych faz.

Po uruchomieniu funkcji *autoplacement*, proces rozmieszczania elementów realizowany jest automatycznie, a procentowy postęp wykonania jest odzwierciedlany na pasku statusu w dolnej części okna głównego. W przypadku, gdy projektowany obwód drukowany zawiera komponenty, których położenie na płytce jest ściśle określone, przed wykonaniem funkcji *autoplacement* powinniśmy je odpowiednio „zabezpieczyć”. Dotyczy to najczęściej takich elementów, jak różnego rodzaju złącza, otwory montażowe, itp., które ze względów mechanicznych lub termicznych (lokalizacja radiatorów) muszą być ulokowane w określonym miejscu. Jeżeli nasz projekt zawiera podobne elementy, powinniśmy je najpierw umieścić w żądanym miejscu ręcznie, a następnie (przed wykonaniem funkcji *autoplacement*) zaznaczyć jako FIXED lub LOCKED.

Operacja „kotwiczenia” elementu (grupy elementów) polega na jego zaznaczeniu lewym klawiszem myszki i wybraniu polecenia FIX lub LOCK z pop-menu. Polecenie LOCK działa w sposób tymczasowy, a zdjęcie blokady następuje po kliknięciu w zakotwiczony element, a następnie wybraniu polecenia OK w uaktywnionym wówczas okienku dialogowym. W przypadku polecenia FIX, proces odkotwi-

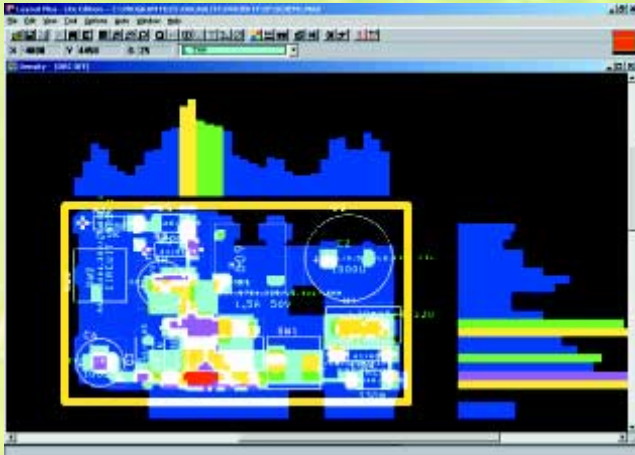


Rys. 20.

czenia jest nieco bardziej złożony i możliwy tylko z okna EDIT COMPONENT, które otwieramy np. poprzez kliknięcie na interesującym nas elemencie lewym klawiszem myszki i wybraniu polecenia PROPERTIES. W uaktywnionym w ten sposób oknie dialogowym EDIT COMPONENT (rys. 19) należy usunąć znacznik w polu FIXED. Jak łatwo się domyślić, komenda FIX skierowana jest raczej do tych fragmentów projektu, których lokalizacja na płytce powinna być stała (np. otwory montażowe) natomiast LOCK dla tych elementów, które chcemy „zabezpieczyć” chwilowo.

W przypadku „ręcznego” rozmieszczania, elementy projektowanego układu możemy układać indywidualnie lub grupami. W celu zgrupowania określonych elementów należy je zaznaczyć lewym przyciskiem myszki przy wciśniętym klawiszem CTRL, otworzyć okno EDIT COMPONENT (w sposób opisany powyżej), a następnie w polu GROUP podać numer, który będzie definiował daną grupę elementów. W celu umieszczenia grupy w określonym miejscu płytki należy kliknąć na ikonie COMPONENT (na palecie narzędzi), wybrać komendę SELECT ANY z pop-menu i w otwartym w ten sposób oknie COMPONENT SELECTION CRITERIA (rys. 20) w polu GROUP NUMBER wprowadzić odpowiedni numer grupy i kliknąć OK. Wybraną grupę elementów ustawiamy w żądanym miejscu za pomocą myszki, po wybraniu z pop-menu polecenia MAKE. Należy zwrócić uwagę, że poszczególne grupy elementów w trybie RECONNECT prezentowane są na monitorze jako okręgi o określonej powierzchni (uruchomienie trybu RECONNECT następuje po wciśnięciu ikony RECONNECT, znajdującej się na palecie narzędzi). Po ręcznym ustawieniu grupy w wybranym miejscu na płytce, elementy składowe możemy rozdzielić poleceniem BREAK dostępnym z poziomu pop-menu.

Edytor LAYOUT pozwala również na automatyczne ustawianie elementów zgrupowanych. Należy w tym wypadku kliknąć lewym klawiszem myszki na żądanej grupie, a następnie wybrać komendę QUICK PLACE dostępną pod



Rys. 21.

prawym klawiszem. Po rozłożeniu elementów możemy przejść do wytyczania ścieżek połączeniowych. Zanim rozpoczniemy ten etap warto przeanalizować gęstość połączeń występującą przy przyjętym rozkładzie elementów oraz sprawdzić czy na bieżącym etapie projekt nie zawiera błędów. Analiza gęstości połączeń przeprowadzana jest przez edytor automatycznie, a odpowiednią funkcję odzwierciedlającą wyniki analizy uruchamiamy za pomocą polecenia DENSITY GRAPH dostępnego z poziomu MENU>VIEW. Użycie tego polecenia powoduje uruchomienie okna DENSITY (rys. 21), które w sposób graficzny prezentuje zagęszczenie połączeń na projektowanej płytce.

Sprawdzenie projektu pod kątem ewentualnych błędów w zakresie rozmieszczenia elementów przeprowadzamy za pomocą polecenia DESIGN RULE CHECK dostępnego z poziomu MENU>AUTO. Użycie tego polecenia powoduje uaktywnienie okna CHECK DESIGN RULES, w którym należy zaznaczyć pole PLACEMENT SPACING VIOLATIONS, a następnie kliknąć OK. W przypadku stwierdzenia błędów, edytor automatycznie zaznacza je odpowiednimi znacznikami i sygnalizuje dodatkowym komunikatem.

LAYOUT umożliwia wytyczanie ścieżek połączeniowych między elementami ręcznie lub automatycznie. Zanim rozpoczniemy wytyczenie ścieżek należy jeszcze: określić warstwę, na których będą wytyczane ścieżki, zdefiniować przelotki pomiędzy warstwami, ustawić właściwości ścieżek i załadować odpowiedni *strategy file* (określić strategię wytyczania). Wybranie warstw, które będą wykorzystywane podczas wytyczania ścieżek może być przeprowadzone w oknie LAYERS, które jest uaktywniane poleceniem SELECT FROM SPREADSHEET dostępnym z poziomu MENU>TOOL>LAYER. W celu włączenia lub

Layer Name	Layer Hottkey	Layer NickName	Layer Type	Mirror Layer
TOP	1	TOP	Routing	BOTTOM
BOTTOM	2	BOT	Routing	TOP
GRID	3	GRID	Plane	(None)
PCBMLR	4	PCBML	Plane	(None)
IMPR-F1	5	IM1	Unused	(None)
IMPR-F2	6	IM2	Unused	(None)
IMPR-F3	7	IM3	Unused	(None)
IMPR-F4	8	IM4	Unused	(None)
IMPR-F5	9	IM5	Unused	(None)
IMPR-F6	Ctrl + 0	IM6	Unused	(None)
IMPR-F7	Ctrl + 1	IM7	Unused	(None)
IMPR-F8	Ctrl + 2	IM8	Unused	(None)
IMPR-F9	Ctrl + 3	IM9	Unused	(None)
IMPR-F10	Ctrl + 4	IM10	Unused	(None)
IMPR-F11	Ctrl + 5	IM11	Unused	(None)
IMPR-F12	Ctrl + 6	IM12	Unused	(None)
SMTOP	Ctrl + 7	SM1	Dec	SMBOT
SMBOT	Ctrl + 8	SM2	Dec	SMTOP
SPTOP	Ctrl + 9	SPT	Dec	SPTBOT
SPTBOT	Shift + 0	SPT2	Dec	SPTTOP
SSEBOT	Shift + 1	SSE1	Dec	SSEBOT
SSEBOT	Shift + 2	SSE2	Dec	SSETOP
ASYTOP	Shift + 3	AST	Dec	ASYBOT
ASYBOT	Shift + 4	ASB	Dec	ASYTOP
DR1 (Dwi)	Shift + 5	DR1	Dec	(None)
DRILL	Shift + 6	DR1	Drill	(None)

Rys. 22.

wyłączenia danej warstwy należy w oknie LAYERS (rys. 22) kliknąć dwukrotnie na odpowiednim wierszu, a następnie w uruchomionym w ten sposób oknie EDIT LAYER (rys. 23) zaznaczyć opcję ROUTING LAYER lub UNUSED ROUTING. W przypadku płytek dwu i więcej warstwowych należy sprawdzić jakiego typu przelotki zostaną zastosowane do połączeń między warstwami. Weryfikację i ewentualną zmianę parametrów przelotek umożliwi okno PADSTACK, które możemy wywołać poleceniem SELECT FROM SPREADSHEET z MENU>TOOL>PADSTACK. Po dwukrotnym kliknięciu lewym klawiszem myszki na wybranym wierszu okna PADSTACK następuje uaktywnienie okna EDIT PADSTACK LAYER umożliwiającego wprowadzenie zmian parametrów wybranej przelotki (*via*).

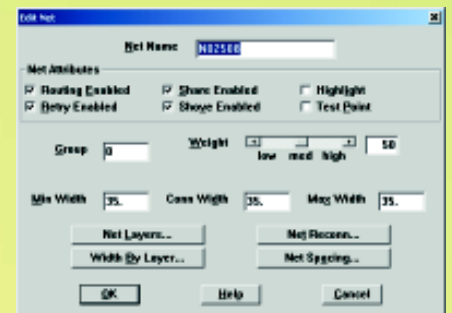
Kolejną sprawą, na którą powinniśmy zwrócić uwagę zanim rozpoczniemy wytyczanie połączeń to ustawienie parametrów ścieżek. Dostęp do właściwości ścieżek realizowany jest z poziomu okna NETS, które możemy otworzyć poleceniem SELECT FROM SPREADSHEET dostępnym w MENU>TOOL>NET. Podobnie jak w przypadku przelotek, określenie poszczególnych parametrów ścieżek jest możliwe po uruchomieniu okna EDIT NET (rys. 24) przez dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszki w obszarze okna NETS.

Szerokość wybranej(-ych) ścieżek ustalamy podając wartości parametrów MIN WIDTH, CON WIDTH i MAX WIDTH. Definiują one odpowiednio: szerokość minimalną, preferowaną i maksymalną. W obszarze okna EDIT NET możliwa jest również zmiana priorytetu danej ścieżki lub grupy ścieżek w procesie wytyczania połączeń. Określa to parametr WEIGHT. Im wyższa jest wartość wprowadzona w polu WEIGHT, tym wyższy priorytet ścieżki. Ostatnią czynnością jaką należy wykonać przed

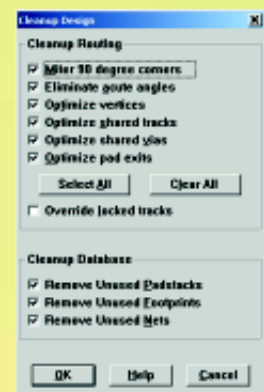
uruchomieniem autoroutera jest wybór pliku strategii. Odbywa się to tak samo jak w przypadku funkcji *autoplacement* z tym, że pliki strategii definiujące działanie autoroutera mają rozszerzenie \*.SF. Edytor LAYOUT pozwala na modyfikację parametrów określonych



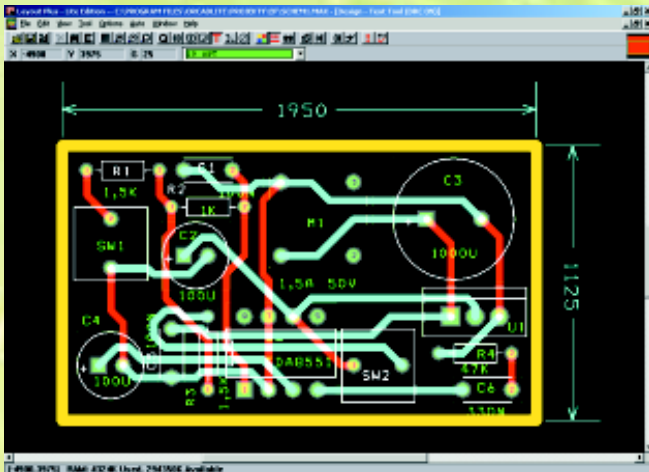
Rys. 23.



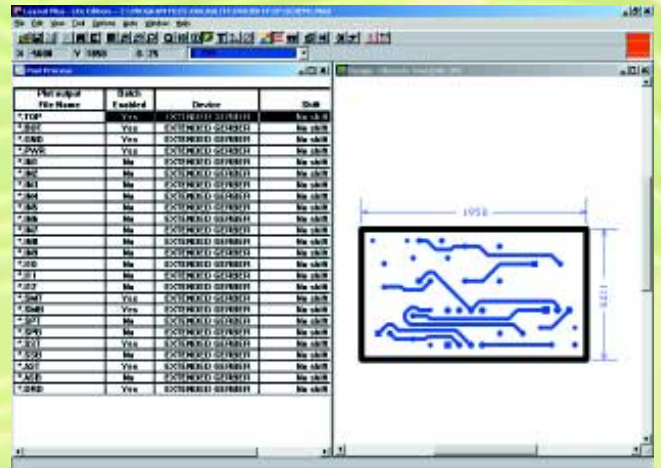
Rys. 24.



Rys. 25.



Rys. 26.



Rys. 27.

w plikach strategii \*.SF. Dostęp do ustawień tych parametrów możliwy jest z poziomu MENU>OPTIONS->ROUTE STRATEGIES. Nieumiejętna zmiana ustawień domyślnych może jednak wpłynąć negatywnie na pracę autoroutera.

Uruchomienie funkcji automatycznego wytyczania ścieżek (dla wszystkich elementów i połączeń, które są udostępnione dla routera) odbywa się za pomocą polecenia BOARD znajdującego się w MENU>AUTO>AUTOROUTE. Proces możemy również przeprowadzić dla wybranych ścieżek lub elementów. Jeżeli chcemy np. wytyczyć ścieżki związane z pojedynczym elementem, należy wybrać polecenie COMPONENT z MENU>AUTO>AUTOROUTE, a następnie wskazać element myszką. Automatyczne wytyczanie ścieżki dla wybranego połączenia możliwe jest po kliknięciu ikony AUTOPATH ROUTE MODE na palecie narzędzi, zaznaczeniu połączenia i wybraniu polecenia FINISH z pop-menu.

Dowolny komponent lub ścieżkę możemy również zablokować dla routera. W przypadku komponentu odbywa się to w oknie EDIT COMPONENT poprzez usunięcie znacznika w polu ROUTE ENABLED, natomiast wyłączenie ścieżki odbywa się w ten sam sposób, ale w oknie EDIT NETS. W LAYOUT wytyczanie ścieżek może odbywać się całkowicie ręcznie lub przy wsparciu autoroutera. Wybór trybu odbywa się za pomocą ikon AUTOPATH ROUTE MODE, SHOW TRACK MODE, EDIT SEGMENT MODE, ADD/EDIT ROUTE MODE. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w systemie pomocy i dokumentacji systemu.

Po wytyczeniu ścieżek połączeniowych warto skorzystać z pożytecznej funkcji CLEANUP DESIGN dostępnej z poziomu MENU>AUTO, która optymalizuje trasy ścieżek i usuwa błędy,

które mogły ewentualnie pojawić się podczas działania autoroutera. Parametry funkcji określamy w oknie CLEANUP DESIGN (rys. 25). Widok zaprojektowanej płytki drukowanej pokazano na rys. 26.

Ostatnim etapem projektowania obwodu drukowanego jest wykonanie dokumentacji produkcyjnej. LAYOUT zapewnia wygenerowanie plików dokumentacyjnych (do naświetlania) w popularnych formatach: GERBER RS-274D, extended GERBER 274x, GenCAD, GenCAM, IPC-D-356 oraz interfejsy mechaniczne Orcad Visual CADD 2D Drafting (kompatybilny z DXF/DWG ACAD v.12), Pro/ENGINEER, SDRG, Solid Edge, CATIA (IDF 2.0). Przed wykonaniem dokumentacji należy wywołać funkcję BACK ANNOTATE z poziomu MENU>AUTO, która pozwala na automatyczne zaktualizowanie schematu utworzonego w edytorze CAPTURE pod kątem zmian wprowadzonych w edytorze LAYOUT. Projekt możemy ponadto uzupełnić o informacje dodatkowe, np. wymiary płytki, otworów montażowych itp. które mogą być pomocne na etapie produkcji.

Większość funkcji związanych z wygenerowaniem dokumentacji produkcyjnej, włączając podgląd poszczególnych warstw, jest dostępna w oknie POST PROCES, które wywołujemy poleceniem POST PROCESS SETTINGS z poziomu MENU>OPTIONS. Dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem myszki na wierszu związanym z daną warstwą uruchamia okno POST PROCESS SETTINGS pozwalające na edycję danych. Podgląd wybranej warstwy umożliwia polecenie PREVIEW dostępne w pop-menu (rys. 27). Wykorzystując funkcję PREVIEW możemy sprawdzić czy poszczególne warstwy „wyglądają” poprawnie i zawierają wszystkie elementy składowe. Do generowania zbiorów wynikowych służy polecenie RUN POST PROCESOR dostępne w MENU>AUTO. Po



Rys. 28.

uruchomieniu tej funkcji odpowiednie pliki tworzone są automatycznie, zgodnie z parametrami ustawionymi w oknie POST PROCESS SETTINGS.

Edytor LAYOUT umożliwia wygenerowanie raportów zawierających informacje dotyczące poszczególnych elementów projektu. Typ(-y) raportu określamy w oknie GENERATE RAPORTS (rys. 28), które wywołujemy poleceniem CREATE RAPORTS z poziomu MENU>AUTO.

Edytor LAYOUT zawiera wiele innych funkcji ułatwiających projektowanie obwodów drukowanych, których nie udało nam się tutaj zaprezentować. Wszystkich zainteresowanych uzyskaniem szerszych informacji na temat możliwości ORCAD'a odsyłamy do dokumentacji tego produktu, która jest dostępna również w postaci elektronicznej.

**RK**

**Dodatkowe informacje**

Oprogramowanie do testów udostępniła redakcja firma RK-System, tel. (22) 724-30-39.

Ewaluacyjna wersja OrCAD-a 9.1 znajduje się na płycie CD-EP9/2001B.